

日 本 国 特 許 庁 PCT/JP03/15072
JAPAN PATENT OFFICE

26.11.03

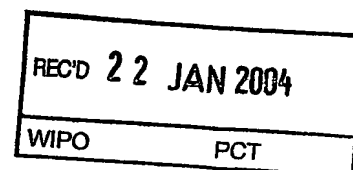
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 2 9 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 4 8 0 0 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 4 8 0 0 5]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

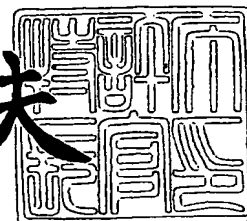


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 9 0 1 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 250881

【提出日】 平成14年11月29日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 C30B 33/02

【発明の名称】 結晶性薄膜の製造方法

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【氏名】 渡邊 壮俊

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【氏名】 雲見 日出也

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 結晶性薄膜の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに状態の異なる領域が連続して共存する薄膜を、複数の加熱手段により溶融させ再固化させることを特徴とする結晶性薄膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フラットパネルディスプレイやイメージセンサ、磁気記録装置、情報処理装置など高い空間的均質性を要する大規模集積回路に用いられる結晶性薄膜及びその製造方法、該結晶性薄膜を用いた素子、該素子を用いた回路、該素子もしくは該回路を含む装置に関する。

【0002】

【背景技術】

液晶ディスプレイ等に代表されるフラットパネルディスプレイは、画素駆動用の回路のパネルへのモノリシックな実装とその高性能化によって、画像表示の高精細化、高速化、及び多階調化を図ってきた。単純マトリクス駆動のパネルは画素毎にスイッチングトランジスタを備えたアクティヴマトリクス駆動に発展し、さらにそのアクティヴマトリクス駆動に用いるシフトレジスタ回路を同一パネル上周辺に作製することによって、今日、動画像にも対応するフルカラーの高精細液晶ディスプレイが提供されている。

【0003】

このような周辺駆動回路まで含めたモノリシック実装が実用的な製造コストで可能となったのは、電気的特性に優れた多結晶シリコン薄膜の安価なガラス基体上への形成技術に負うところが大きい。即ち、ガラス基体上に堆積した非晶質シリコン薄膜をエキシマレーザーなどの紫外域の短時間パルス光によって、ガラス基体を低温に保ったまま非晶質シリコン薄膜を溶融再固化させる技術である。同じ非晶質シリコン薄膜を出発材料としてこれを固相で結晶化させた多結晶薄膜を構成する結晶粒に比べて、溶融再固化法によって得られる結晶粒は内部の結晶欠

陥密度が低く、該薄膜を活性領域として用いて構成した薄膜トランジスタは高いキャリア移動度を示す。そのためサブミクロン程度の平均粒径を持つ多結晶薄膜でも、対角数インチ程のサイズで高々100 p p i以下の精細度の液晶ディスプレイには十分な性能を示すアクティヴマトリクス駆動用モノリシック回路を製造することができる。

【0004】

【非特許文献1】

H. Kumomi and T. Yonehara, Jpn. J. Appl. Phys. 36, 1383 (1997)

【非特許文献2】

H. Kumomi and F. G. Shi, "Handbook of Thin Films Materials" Volume 1, Chapter 6, "Nucleation, Growth, and Crystallization of Thin Films" edited by H. S. Nalwa (Academic Press, New York, 2001)

【非特許文献3】

P. Ch. van der Wilt, B. D. van Dijk, G. J. Bertens, R. Ishihara, and C. I. M. Beenakker, Appl. Phys. Lett., Vol. 79, No. 12, 1819 (2001)

【非特許文献4】

R. Ishihara, P. Ch. van der Wilt, B. D. van Dijk, A. Burtsev, J. W. Metselaar, and C. I. M. Beenakker, Digest of Technical Papers, AM-LCD 02, 53 (The Japan Society of Applied Physics, 2002)

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、次世代に望まれるより大画面或いは高精細な液晶ディスプレイ

に対して、現行の熔融再固化多結晶シリコン薄膜を用いる薄膜トランジスタは性能が不足していることが明らかとなっている。また、液晶ディスプレイよりも高電圧或いは大電流での駆動を要するプラズマディスプレイやエレクトロルミネッセンスディスプレイの駆動回路用素子、或いは医療用大画面 X 線イメージセンサの高速駆動回路用の素子など、今後発展が期待されている用途においても上記多結晶シリコン薄膜は性能不足である。いかに結晶粒内の欠陥密度が低いとは言え、多結晶シリコン薄膜の平均粒径が高々サブミクロン程度ではこれらの高性能素子は得られない。なぜなら、ミクロン程度のサイズを有する素子の活性領域内に、電荷移動の大きな障害となる結晶粒界が多く含まれるからである。

【0006】

このような多結晶薄膜における結晶粒界の密度とその空間分散を同時に小さくするための一般論が存在する。それは結晶粒の形成位置を制御することにより、結晶粒界の位置と粒径分布を制御するというアイデアであり、これまでに多結晶薄膜の化学気相堆積や薄膜の固相結晶化などにおいて実証されてきた〔例えば、非特許文献 1、2 を参照のこと〕。

【0007】

熔融再固化による結晶性薄膜形成においても、同じアイデアを実現しようとする試みがこれまでいくつか報告されている。それらのうちでこれまでに最も成功しているものは、W i l t ら〔非特許文献 3、4〕によって初めて報告された方法である。彼らはまず、シリコン単結晶基板上のシリコン酸化膜層の表面から深さ $1\ \mu\text{m}$ に及ぶ直径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下の細孔を設け、これを埋めるように膜厚 $90 - 272\ \text{nm}$ の非晶質シリコン薄膜を形成し、この表面から細孔の内部を除く薄膜が完全熔融するようにエキシマレーザーを照射した。これにより、細孔の位置を中心として結晶粒の位置が制御されたと報告されている。しかしながら、細孔における単一結晶粒の選択収率が不十分であるために結晶粒界の位置制御という所期の目的を十分には達成していない。また、深さ $1\ \mu\text{m}$ に及ぶ直径 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下の細孔を大面積に互って均一に形成すること、及びそこに非晶質シリコンを埋めることは極めて困難であり、生産工程としての現実性に乏しい。

【0008】

本発明の課題は、上記したように、ガラス基体等へも適用可能な汎用性の高い溶融再固化による結晶性薄膜の製造方法において結晶粒位置を高度に制御する新たな方法を実現し、該製造方法によって結晶粒位置を高度に制御した結晶性薄膜を提供し、さらには該薄膜を用いて高性能な素子、回路、並びに装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、

1. 互いに状態の異なる領域が連続して共存する薄膜を、複数の加熱手段により溶融させ再固化させることを特徴とする結晶性薄膜の製造方法である。

【0010】

上記1の結晶性薄膜の製造方法において、

2. 複数の加熱手段の少なくとも1つが、薄膜の溶融の過程において時間変化のない一定の加熱強度を有する加熱手段である

または、

3. 複数の加熱手段の少なくとも1つが、薄膜の溶融の過程において時間変化のある加熱強度を有する加熱手段である

ことも好ましい形態である。上記2の一定の加熱強度を有する加熱手段は、4. 基板からの熱伝導、もしくは5. 連続発振レーザ、もしくは6. 薄膜への通電加熱であってもよい。

【0011】

また、上記3の時間変化のある加熱強度を有する加熱手段は、7. パルスレーザまたは8. 時間差を設けて強度の異なる2つのパルスを薄膜に照射するパルスレーザであってもよい。

【0012】

さらに、

9. 上記1の複数の加熱手段が、薄膜の溶融の過程において時間変化のない一定の加熱強度を有する加熱手段と、薄膜の溶融の過程において時間変化のある加熱

強度を有する加熱手段とを含む
ことも好ましい実施形態である。

【0013】

あるいは、

10. 上記1の複数の加熱手段が、薄膜を融点以下の温度に昇温する加熱手段と、該昇温された薄膜を加熱して薄膜を熔融させる加熱手段とを含む
ことも好ましい実施形態である。

【0014】

本発明は、また、

11. 互いに状態の異なる領域が連続して共存する薄膜に、時間変化しない一定の熱を与えて、融点以下の温度に昇温する工程と、時間変化のある熱を与えて、該昇温された薄膜を加熱し熔融させる工程と、薄膜を再固化させる工程とを有することを特徴とする結晶性薄膜の製造方法
である。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の結晶性薄膜及びその製造方法の最も基本的な実施形態を図1に示す。
図中、薄膜はその表面もしくは界面に鉛直な方向に薄膜の一部を切り出した断面によって模式的に表されている。尚、本発明にかかる薄膜はその上下に設けた別の層と接していてもよいが、図1においては便宜上それらを省略し、薄膜のみを図示する。

図1(a)は、熔融再固化前の薄膜すなわち出発薄膜を示す。

図1(b)は、出発薄膜を加熱した様子を示す。

図1(c)は、エネルギー投与終了直後の薄膜を示す。

図1(d)は、再固化が開始された初期の薄膜を示す。

図1(e)は、再固化が進行中の薄膜を示す。

図1(f)は、再固化の最終段階の薄膜を示す。

図1(g)は、再固化終了後の薄膜を示す。

【0016】

図1中、10は出発薄膜、11はその周囲の領域とは状態の異なる特定の小領域（以下、小領域）、12は小領域とは状態の異なる周囲の領域（以下、周囲の領域）、13は溶融再固化のための投与エネルギー、14は結晶粒もしくは結晶性クラスター、15はランダムな結晶性クラスター、16は未再固化領域、17はランダムな結晶性クラスター群、18は結晶粒界、19は薄膜の下層（基板）から伝わる熱である。

【0017】

はじめに、図1（a）に示すように互いに状態の異なる小領域11および周囲の領域12を有する出発薄膜10を用意する。出発薄膜10において、小領域11は、あらかじめ定められた特定の位置に設けられ、その周りに、周囲の領域12が連続して共存する。小領域11と周囲の領域12の状態の差異を付加する方法としては、エネルギーをもった粒子線や電磁波の照射によって形成することが可能である。

【0018】

本発明の結晶性薄膜の製造方法は、この互いに状態の異なる領域が連続して共存する出発薄膜10を、加熱溶融し、再固化させるものであるが、その場合には、後に説明するとおり、温度の均一かつ精度の高い制御が必要であり、そのために、加熱過程を、空間的、時間的に精度よく制御する必要がある。

【0019】

以下、加熱の過程とその手段について説明する。

【0020】

図1（a）に示す出発薄膜10に、複数の独立した加熱手段により加熱して薄膜を溶融させる。図1の実施形態においては、加熱手段は、図1（b）に示すように、溶融再固化のための投与エネルギー13と基板から伝達される熱19とを薄膜に与える。

【0021】

複数の加熱手段のうち、一つは、溶融前に、あらかじめ出発薄膜を融点以下の温度に加熱するために用いられる。その後、薄膜は、他の加熱手段によってさらに加熱されて溶融状態になる。図1の実施形態においては、基板から伝達される

熱 19 が溶融前の加熱、溶融再固化のための投与エネルギー 13 が追加の加熱である。

【0022】

加熱の具体的手段としては、出発薄膜がエネルギー吸収可能な波長を有する電磁波の照射や、エネルギーを有する粒子ビームの照射、出発薄膜を含む基板への物理的な接触による熱伝導、出発薄膜へ電流投与や誘導電流による出発薄膜自体の電気抵抗による薄膜自体の発熱が可能であり、複数の独立した手段であれば、これらの何れの組み合わせも可能である。また、投与するエネルギーはトータルで出発薄膜を溶融することが可能であれば特に制限はない。

【0023】

この複数の独立した加熱手段として、その溶融過程での加熱強度の時間変化のない等温的な過程を有する手段である場合と、溶融過程において加熱強度の時間変化のある非等温的な過程を有する手段である場合と、複数の独立した加熱手段の少なくとも 1 つが溶融過程での加熱強度の時間変化のない等温的な過程を有する手段であって、且つ少なくとも 1 つが溶融過程において加熱強度の時間変化のある非等温的な過程を有する手段である場合が可能である。

【0024】

ここで、等温的過程を有する加熱手段は、時間変化のない一定の加熱強度を有し、薄膜に一定の熱を与えることができる加熱手段であり、主として、薄膜を均一に加熱し、所定温度に昇温し、その温度を維持するために用いられる。この、等温的過程すなわち時間変化のない一定の加熱強度を有する加熱手段は、薄膜を直接加熱するものであってもよいが、薄膜を含む基板や、それを支持するサセプタを熱して、薄膜に伝導させるものであってもよい。

【0025】

また、非等温的過程を有する加熱手段は、時間的に変化する加熱強度を有し、薄膜に短時間で一定の熱を与え、かつ短時間で加熱を停止することができる加熱手段であり、主として、薄膜を瞬時に加熱して溶融させ、その後速やかに加熱を停止して冷却を開始するために用いられる。薄膜の溶融再固化の過程で、薄膜を搭載する基板は、薄膜より融点の低いガラスなどの材料が用いられることが多く

、薄膜を熔融するための熱が、基板にも伝わって基板温度を上昇させてしまうことは避けなければならない。そのため、短時間の加熱ができる非等温的過程すなわち時間的に変化する加熱強度を有する加熱手段を用いることが好ましい。また、この時間的に変化する加熱強度を有する加熱手段は、基板を介さず、薄膜を直接加熱するものが好ましい。

【0026】

したがって、熔融前にあらかじめ出発薄膜を融点以下の温度に加熱するために、時間変化のない一定の加熱強度を有する加熱手段を用い、追加の加熱により薄膜を熔融させるために時間的に変化する加熱強度を有する加熱手段を用いることが好ましい。この場合、時間変化のない一定の加熱強度を有する加熱手段は、薄膜の熔融過程においても一定の加熱強度で基板を加熱し続けている。これにより、あらかじめ精度よく昇温された薄膜に、比較的小さなエネルギーをパルス的に与えて加熱熔融させることができ、その結果、大出力のパルスレーザを用いることなく、熔融再固化による結晶性薄膜を作ることができる。

【0027】

しかし、時間変化のない一定の加熱強度を有する加熱手段であっても、加熱とその停止が短時間で切り替えできるものであれば、上記追加の加熱のために用いることもできる。また、時間的に変化する加熱強度を有する加熱手段であっても、出力が十分大きく、短時間で薄膜を所定温度に昇温することができるものであれば、上記のあらかじめ出発薄膜を融点以下の温度に加熱するための加熱手段として用いてもよい。

【0028】

このように、複数の加熱手段を用いて薄膜を熔融させ、その後加熱を停止して再固化させることにより、それぞれの加熱手段の加熱の時間的な変化を適切に組み合わせることが可能になり、熔融前、熔融途中、熔融後、それぞれの温度制御を行なうことが容易になる。このことは、以下で説明するように、互いに状態の異なる領域が連続して共存する出発薄膜を、加熱熔融し、再固化させる結晶性薄膜の製造方法において特に重要である。

【0029】

以下、本発明の薄膜の溶融再固化の過程について説明する。

【0030】

図1において、複数の独立した加熱手段すなわち、基板からの熱伝導19と溶融再固化のためのエネルギー13の投与により周囲の領域12は必ず完全溶融する。一方、小領域11は近完全溶融する場合と完全溶融する場合がある。

【0031】

小領域11が近完全溶融する場合、溶融に要する最低のエネルギー（臨界エネルギー） E_c は、「周囲の領域12の臨界エネルギー $E_c <$ 薄膜に与えるトータルエネルギー $(13 + 19) <$ 小領域11の臨界エネルギー E_c 」なる関係が成立するように小領域の内外の E_c が小領域11或いは周囲の領域12への異なる状態の付加によって調整されている。これにより、溶融再固化のためのエネルギー13の投与終了後に、小領域11には結晶粒もしくは結晶性クラスター14が未溶融で残留する。

【0032】

小領域11が完全溶融する場合、小領域11の結晶核形成自由エネルギー障壁 W_* は、「 $W_* <$ 周囲の領域12の結晶核形成自由エネルギー障壁 W_* 」なる関係が成立するように小領域内外の W_* が小領域11或いは周囲の領域12への異なる状態の付加によって調整されている。これにより、溶融再固化のためのエネルギー13の投与終了後に、小領域11には結晶粒もしくは結晶性クラスター14が優先的に発生する。

【0033】

いずれの場合も、この後薄膜の冷却が進むにつれて微小な結晶粒もしくは結晶性クラスター14が成長して結晶粒14となる〔図1(c)～(d)〕。結晶粒14はさらに成長して薄膜の表面に届き、小領域11を越えてその周囲の領域12へ専ら横方向に成長する〔図1(e)〕。やがて薄膜が冷却し、小領域外部の未再固化領域16の過冷却度が増大すると、ここにランダムな結晶核17が高速発生する〔図1(f)〕。そして、結晶粒14と衝突してそこに結晶粒14の結晶粒界18が形成される〔図1(g)〕。結果として、本実施形態においては、小領域11を中心として結晶粒14の位置が制御された溶融再固化による結晶性

薄膜を形成することができる。

【0034】

図1では小領域11を中心として単一の結晶粒14を成長させる例を示したが、小領域11に2個以上の所望の数だけ結晶粒14を成長させることも可能である。

【0035】

また図1では、結晶粒14の形成位置を規定する小領域11が、周囲の領域12に囲まれた単一のドメインである場合の実施形態を示した。本発明においては、当該形態に限らず、小領域11を不連続且つ離散的に複数設けてもよい。この場合、隣接する小領域11が十分離れていれば、それぞれの小領域11に成長した結晶粒14の間にランダムな結晶性クラスター群17が挟まれることになる。逆に隣接する小領域11が十分近接していれば、それぞれの小領域11に成長した結晶粒14は間に結晶性クラスター群17を挟むことなく直接接し、結晶粒界18をなすこともできる。さらにそのような間隔で小領域11を周期的に配せば、薄膜全体を位置制御された結晶粒14で構成することも可能である。

【0036】

また、図1に示した実施形態では、出発薄膜の小領域11及び周囲の領域12を出発薄膜の面内方向に二次元的に設けた例を示した。本発明においては、出発薄膜の厚さ方向の次元も加えた三次元的な構成も可能である。

【0037】

更に、図1に示した実施形態では、出発薄膜がその面内方向に連続している範囲が、少なくとも小領域11もしくは結晶粒14或いは複数の小領域11の間隔より遥かに広い場合の例を示した。一方、図1に示した結晶粒14ほどの広さの出発薄膜を用い、周囲の領域12に囲まれた小領域11を設けるならば、未再固化領域16においてランダムな結晶核17が高速発生する前に、結晶粒14の成長が出発薄膜全域に及び、結晶粒14のみからなる再固化薄膜を得ることも可能である。

【0038】

【実施例】

(第1の実施例)

本発明の第一の実施例として、図1に示した工程によって形成される結晶性シリコン薄膜の第一の例を、図2を用いて説明する。

【0039】

先ず、非晶質酸化シリコン表面を有するガラス基板上23に、プラズマ化学気相堆積法により結晶性シリコンクラスターを含む膜厚100nmの水素化非晶質シリコン薄膜を堆積し、熱処理により脱水素処理を行った。この非晶質シリコン薄膜表面にスパッタ法で厚さ150nmの非晶質酸化シリコン膜を堆積し、これをフォトリソグラフィ工程でパターンニングして、5 μ m間隔の正方格子点に1 μ m角の非晶質酸化シリコン島を残した。この表面から非晶質酸化シリコン島をマスクにして、シリコンイオンを加速エネルギー40keV、電流密度10 μ A、ドーズ 4×10^{15} cm⁻²の条件にて注入した。その後マスクである非晶質シリコン島を除去し、これを出発薄膜22とした。この出発薄膜22の結晶性を調べたところ、非晶質シリコン島マスクを設けた5 μ m間隔の正方格子点にある1 μ m角の領域では脱水素処理後の結晶性シリコンクラスターを含む非晶質シリコン薄膜から変化がなかったのに対して、それ以外のシリコンイオンが注入された領域では結晶性シリコンクラスターは観察されず、完全な非晶質であった。

【0040】

次に、この出発薄膜22を有するガラス基板23をサセプタ24上に置き、このサセプタ24を400℃まで誘導加熱装置25で昇温しこれを一定に保った後、気温やガラス基板23の熱容量などの条件を加味し、一定出力を有する炭酸ガスレーザー21を一定時間照射し、出発薄膜22を熔融再固化させて結晶性薄膜を得た。

【0041】

得られた結晶性薄膜を構成する結晶粒形状を観察したところ、5 μ m間隔の各正方格子点に配した1 μ m角の領域を中心として、直径約3 μ mに達する円形の単一の結晶粒が成長していた。その周囲は平均直径約50nmの様々なサイズの微結晶粒で埋め尽くされており、且つ、それらの位置は全くランダムであった。

【0042】

本実施例においては、シリコンイオン照射によって小領域及びその周囲の領域を互いに異なる状態にした出発薄膜 22 を用い、出発薄膜 22 に溶融再固化のエネルギーを付与するために、一定温度に保ったサセプタ 24 と、一定出力の炭酸ガスレーザー 21 とを用いた。サセプタ 24 は、基板を介して薄膜に熱を伝達し、薄膜を融点以下の温度に昇温する加熱手段であり、炭酸ガスレーザー 21 は、該昇温された薄膜を加熱して薄膜を溶融させる加熱手段である。

【0043】

すなわち、本実施例は、基板からの熱伝導により、出発薄膜を融点以下の温度に昇温する工程と、一定時間の追加のエネルギー投与により、該昇温された薄膜を加熱し溶融させる工程と、追加エネルギー投与の終了後、再固化させる工程とを含む結晶性薄膜の製造方法の例である。

【0044】

(第2の実施例)

本発明の第二の実施例として、図1に示した工程によって形成される結晶性シリコン薄膜の第二の例を、図3を用いて説明する。

【0045】

先ず、出発薄膜 36 には本発明の第一の実施例と同条件で小領域及びその周囲の領域を互いに異なる状態にしたシリコンの出発薄膜 36 を使用した。

【0046】

次に、この出発薄膜 36 の溶融再固化を行う為に、パルス幅約 60 nsec の KrF エキシマレーザー光源 31 を用いた。この KrF エキシマレーザー光源 31 から出発薄膜 36 までの光路の途中にビームスプリッター 32 を設置し、レーザー光をレーザー光 A 35a 及びレーザー光 B 35b の 2 つに分け、レーザー光 A 35a を最短距離の光路に、レーザー光 B 35b を光路延長装置 34 によりレーザー光 A 35a よりも約 10 m 長い光路に設定し、出発薄膜 36 への同一部位へ照射を行い、出発薄膜 36 を溶融再固化させて結晶性薄膜を得た。尚、エネルギー密度は、気温やガラス基板の熱容量などの条件を加味し、トータルで出発薄膜 36 が溶融するパルス出力に調整し、試料に照射されたレーザーは、図3(b)に示すようにレーザー光 A の強度プロファイル 38a とレーザー光 B の強度プ

ロファイル 38b の足し合わせによって、時間的に非対称な強度プロファイルであった。

【0047】

得られた結晶性薄膜を構成する結晶粒形状を観察したところ、 $5\mu\text{m}$ 間隔の各正方格子点に配した $1\mu\text{m}$ 角の領域を中心として、直径約 $3\mu\text{m}$ に達する円形の単一の結晶粒が成長していた。その周囲は本発明の実施例 1 と同様に平均直径約 50nm の様々なサイズの微結晶粒で埋め尽くされており、且つ、それらの位置は全くランダムであった。

【0048】

本実施例では、シリコンイオン照射によって小領域及びその周囲の領域を互いに異なる状態にした出発薄膜 36 を用い、出発薄膜にエネルギーを付与する複数の独立した手段として、光路長の異なる同一光源のパルスレーザーの分波を用い、時間差を設けて、強度の異なる 2 つのパルスを薄膜に照射した。その結果、時間的に非対称な加熱強度変化を薄膜に与えることになり、好適な温度変化プロファイルが実現したものと考えられる。

【0049】

(第 3 の実施例)

本発明の第三の実施例として、図 1 に示した工程によって形成される結晶性シリコン薄膜の第三の例を、図 4 を用いて説明する。

【0050】

先ず、出発薄膜には本発明の第一の実施例と同条件で小領域及びその周囲の領域を互いに異なる状態にしたシリコンの出発薄膜を用意し、フォトリソグラフィの工程によって、正方格子点を中心とした幅 $3\mu\text{m}$ の一方向に長いストライプ形状にパターニングを行い、各々のストライプパターンの両端に通電用の電極を設けたパターニングされたストライプ状の出発薄膜 44 を使用した。

【0051】

次に、ストライプ状シリコン出発薄膜 44 の溶融再固化を行う為に、はじめにストライプパターンの両端に設けた電極に電極ニードル 42 を通してストライプ状シリコン出発薄膜 44 に交流電流を流し、 300°C 程度の通電加熱を行う。そ

して、シリコン出発薄膜 44 のストライプ方向にライン状の照射が可能なパルス幅約 30 nsec の KrF エキシマレーザー 41 を照射し、出発薄膜 44 を熔融再固化させて結晶性薄膜を得た。尚、エネルギー密度は、気温やガラス基板の熱容量などの条件を加味し、トータルで出発薄膜が熔融するパルス出力に調整した。

【0052】

得られた結晶性薄膜を構成する結晶粒形状を観察したところ、ストライプ状のシリコン薄膜 44 において、5 μ m 間隔毎に、直径約 3 μ m に達する円形の単一の結晶粒が成長していた。その周囲は本発明の実施例 1 と同様に平均直径約 50 nm の様々なサイズの微結晶粒で埋め尽くされており、且つ、それらの位置は全くランダムであった。

【0053】

本実施例においては、シリコンイオン照射によって小領域及びその周囲の領域を互いに異なる状態にした出発薄膜 44 を用い、出発薄膜 44 に熔融再固化のエネルギーを付与する複数の独立した手段として、出発薄膜の通電加熱による加熱と、時間的に強度変化するパルスレーザーを用いた。通電加熱手段は、出発薄膜の熔融過程において加熱強度の時間変化のない等温的な過程を有する手段であって、これにより薄膜を融点以下の温度に昇温した。パルスレーザー加熱手段は、出発薄膜の熔融過程において加熱強度の時間変化のある非等温的な過程を有する手段であって、これにより該昇温された薄膜を加熱して薄膜を熔融させた。

【0054】

(第 4 の実施例)

本発明の第四の実施例として、図 1 に示した工程によって形成される結晶性シリコン薄膜の第四の例を、図 1 を用いて説明する。

【0055】

先ず、出発薄膜 22 には本発明の第一の実施例と同条件で小領域及びその周囲の領域を互いに異なる状態にしたシリコンの出発薄膜 22 を使用した。

【0056】

次に、この出発薄膜 22 を有するガラス基板 23 をサセプタ 24 上に置き、こ

のサセプタ 24 を 400℃までホットプレート 25 で昇温し、これを一定に保った。更に、パルス幅約 60 nsec の KrF エキシマレーザー光源 21 を用いて、出発薄膜へエキシマレーザー照射 21 を行い、出発薄膜 22 を熔融再固化させて結晶性薄膜を得た。尚、エネルギー密度は、気温やガラス基板 23 の熱容量などの条件を加味し、トータルで出発薄膜が熔融するパルス出力に調整した。

【0057】

得られた結晶性薄膜を構成する結晶粒形状を観察したところ、5 μ m 間隔の各正方格子点に配した 1 μ m 角の領域を中心として、直径約 3 μ m に達する円形の単一の結晶粒が成長していた。その周囲は本発明の実施例 1 と同様に平均直径約 50 nm の様々なサイズの微結晶粒で埋め尽くされており、且つ、それらの位置は全くランダムであった。

【0058】

本実施例においては、シリコンイオン照射によって小領域及びその周囲の領域を互いに異なる状態にした出発薄膜 22 を用い、出発薄膜 22 の熔融再固化の為にエネルギーを付与する複数の独立した手段として、出発薄膜 22 を一定温度に保つサセプタ 24 と、時間的に強度変化する KrF エキシマレーザー 21 を用いた。サセプタ 24 は、出発薄膜の熔融過程において加熱強度の時間変化のない等温的な過程を有する加熱手段であって、基板を介して薄膜に熱を伝導させることにより、薄膜を融点以下の温度に昇温し、その温度を保持する。エキシマパルスレーザー 21 は、出発薄膜の熔融過程において加熱強度の時間変化のある非等温的な過程を有する加熱手段であって、これにより該昇温された薄膜を加熱して薄膜を熔融させた。

【0059】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、熔融再固化によって形成する結晶性薄膜において、互いに状態の異なる領域が連続して共存する出発薄膜を、複数の独立した加熱手段により熔融再固化させることにより、結晶性薄膜を構成する結晶粒の空間的位置制御を容易に実現する。

【0060】

また、本発明の結晶性薄膜は、これを構成する結晶粒の制御された位置と素子の特定の領域を空間的に関係づけるか、或いは、位置制御された単一結晶粒の内部に素子の特定の領域を形成することにより、従来のランダムな結晶粒のみからなる結晶性薄膜を用いる場合に比べて、当該素子の動作特性を著しく向上させ、そのバラツキを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の結晶性薄膜及びその製造方法の基本的な実施形態を説明するための製造工程図である。

【図 2】

本発明の結晶性薄膜及びその製造方法の第 1 と第 4 の実施例を説明するための製造工程図である。

【図 3】

本発明の結晶性薄膜及びその製造方法の第 2 の実施例を説明するための製造工程図である。

【図 4】

本発明の結晶性薄膜及びその製造方法の第 3 の実施例を説明するための製造工程図である。

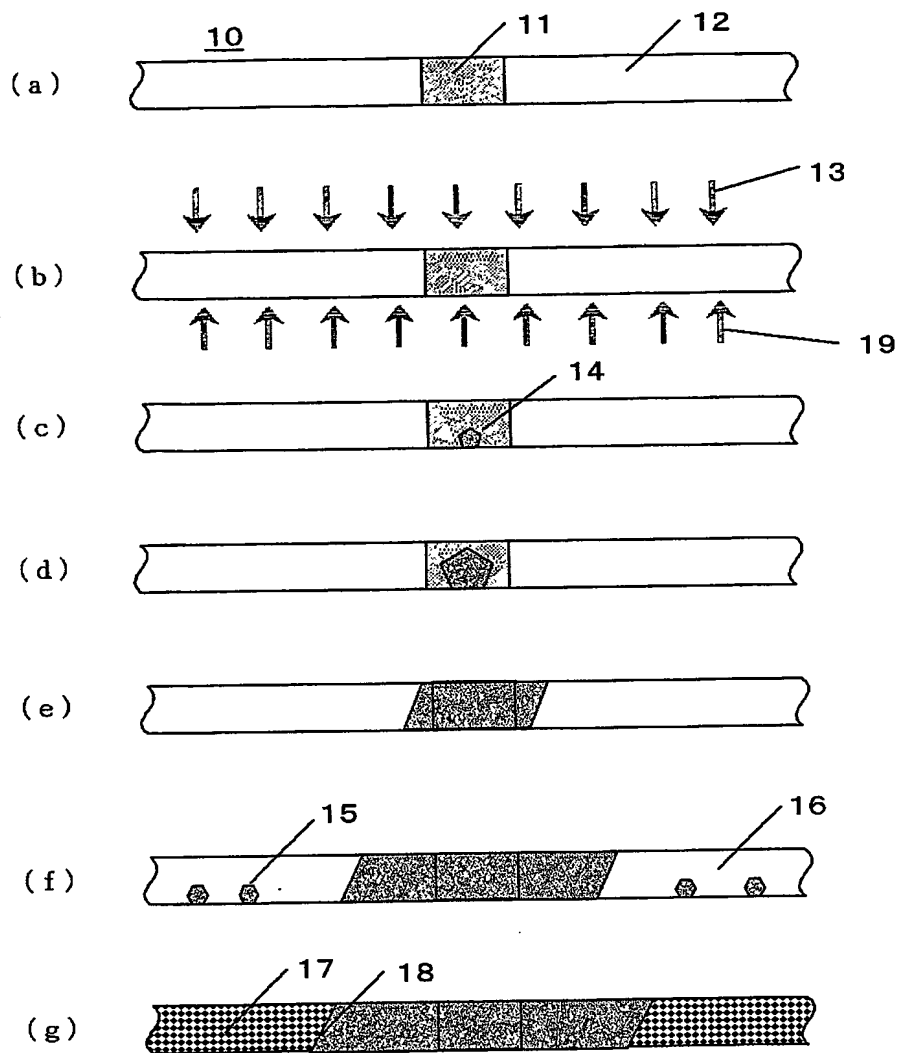
【符号の説明】

- 10 出発薄膜
- 11 周囲の領域とは状態の異なる小領域（小領域）
- 12 小領域とは状態の異なる周囲の領域（周囲の領域）
- 13 熔融再固化のためのエネルギー
- 14 結晶粒もしくは結晶性クラスター
- 15 ランダムな結晶性クラスター
- 16 未固化領域
- 17 ランダムな結晶性クラスター群
- 18 結晶粒界
- 19 基板からの伝達熱

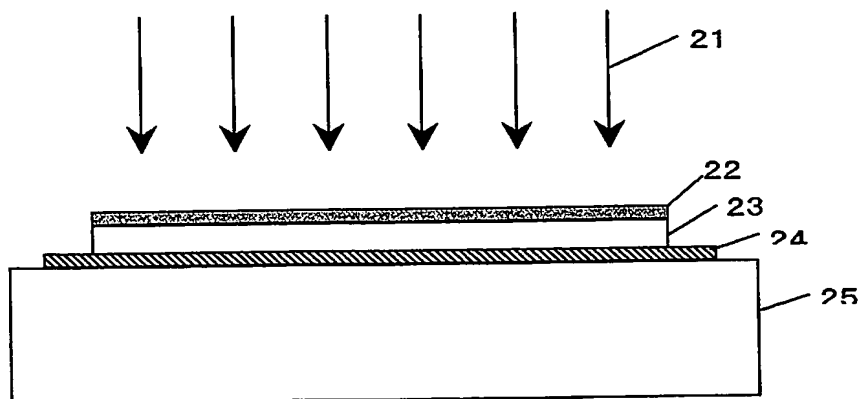
- 2 1 レーザー照射
- 2 2 Si 出発薄膜
- 2 3 ガラス基板
- 2 4 サセプタ
- 2 5 ホットプレート或いは誘導加熱装置
- 3 1 エキシマレーザー光源
- 3 2 ビームスプリッター
- 3 3 ミラー
- 3 4 光路延長装置
- 3 5 a レーザー光A
- 3 5 b レーザー光B
- 3 6 Si 出発薄膜
- 3 7 ガラス基板
- 3 8 a レーザー光Aの強度プロファイル
- 3 8 b レーザー光Bの強度プロファイル
- 4 1 ライン状エキシマレーザー
- 4 2 電極ニードル
- 4 3 配線
- 4 4 ストライプ状Si 出発薄膜
- 4 5 ガラス基板

【書類名】 図面

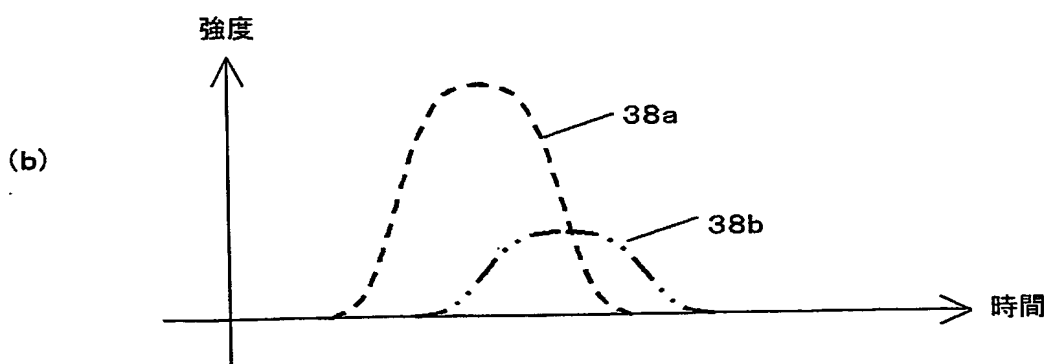
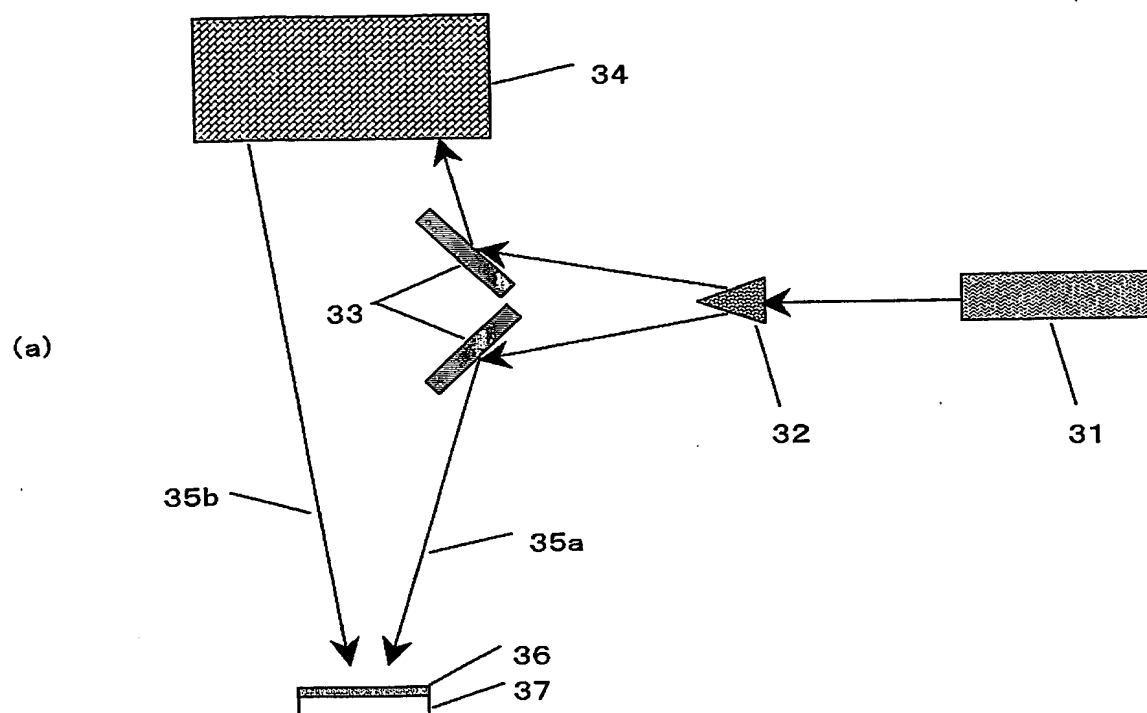
【図 1】



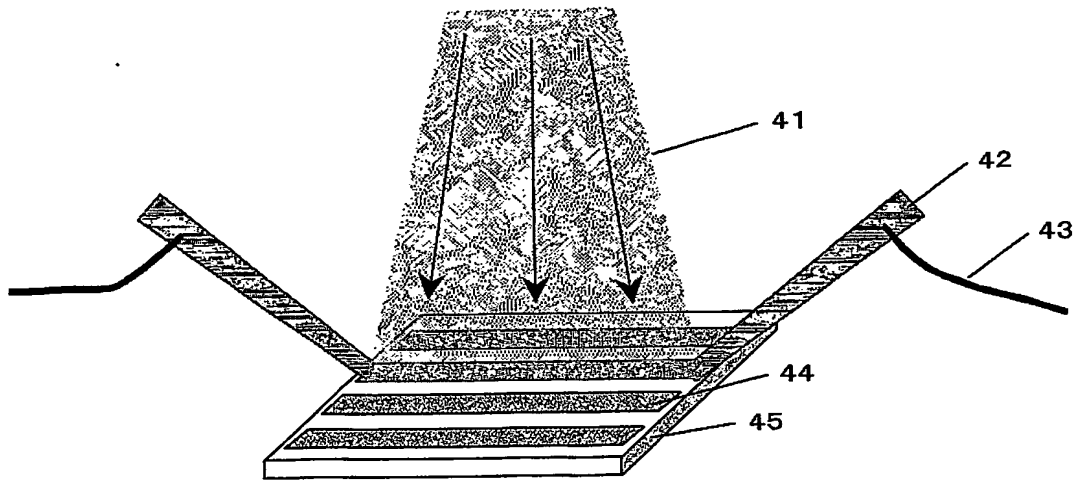
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の熔融再固化による結晶性薄膜の製造方法では、結晶粒位置を正確に制御することが困難であるという課題があった。

【解決手段】 互いに状態の異なる領域が連続して共存する薄膜を、複数の加熱手段により熔融させ再固化させることを特徴とする結晶性薄膜の製造方法を提供する。

【選択図】 図 1

特願 2002-348005

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001007]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名

キヤノン株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.